

УДК 674.047:338.45

**Б.Е. Меньшиков** (B.E. Men'shikov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ),

**В.В. Сергеев** (V.V. Sergeev)

(УдГУ, филиал в г. Кудымкаре, РФ),

E-mail для связи с авторами: valerii.sergeev2014@yandex.ru

## **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ КАМЕР С РАЗЛИЧНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛА**

### **TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF USE OF LESOSUŠIL'NYH CAMERAS WITH DIFFERENT HEAT SOURCES**

*Безразмерная стоимость сушки, характеризующая эффективность работ камер по тепловому КПД может быть определена по приведенному экспоненциальному уравнению и для указанных установок возрастает в 20, 21 и 22,3 раза, т. е. наиболее эффективными установками являются установки типа «Строник» и водяные типа «УРАЛ».*

*The dimensionless value of drying characterizing performance of your camera on the thermal efficiency can be determined by the above equation exponentially for these plants increase in the 20, 21 22.3 times, i.e., the most efficient setting is the type of installation "Stronik" and the water of the "URAL".*

Рост цен на энергоносители вызвал необходимость замены электрических источников тепла в действующих лесосушильных камерах на использование энтальпии топочных газов от сжигания природного газа или древесных отходов. В г. Кудымкаре и в крупных районных центрах Коми-Пермяцкого округа имеется природный газ, и он наиболее перспективен для промышленной сушки пиломатериалов цехов деревообработки. Ряд лет филиал и ведущие кафедры Института лесного бизнеса УГЛТУ работали над созданием сушильных установок нового типа («УРАЛ»), в которых в качестве источника тепла рекомендуется использовать типовой газовый воздухонагреватель ВНС-90 [1]. Такое внедрение позволило бы значительно снизить затраты на сушку пиломатериалов. Однако в настоящее время предприятия малого бизнеса (например, ГК «СТРОНИК», ООО «Проектсервис» и др.) отдают предпочтение установкам, эксплуатируемым с использованием горячей воды, получаемой от сжигания древесных отходов своего производства или непосредственно – энтальпии топочных газов с использованием жаротрубного теплообменника. Объясняется это двумя причинами:

- требованиями экологии, пожарной безопасности и экономии;
- необходимостью в зимний период производить отопление производственных цехов и административных помещений.

Экономическая эффективность такого решения подтверждается нижеприведенными данными по комплексному затратному показателю стоимости сушки в используемых лесосушильных камерах «УРАЛ» (базовая модель) [2]. Из таблицы видно, что водяная лесосушильная камера (переоборудованная предприятием) по удельному расходу

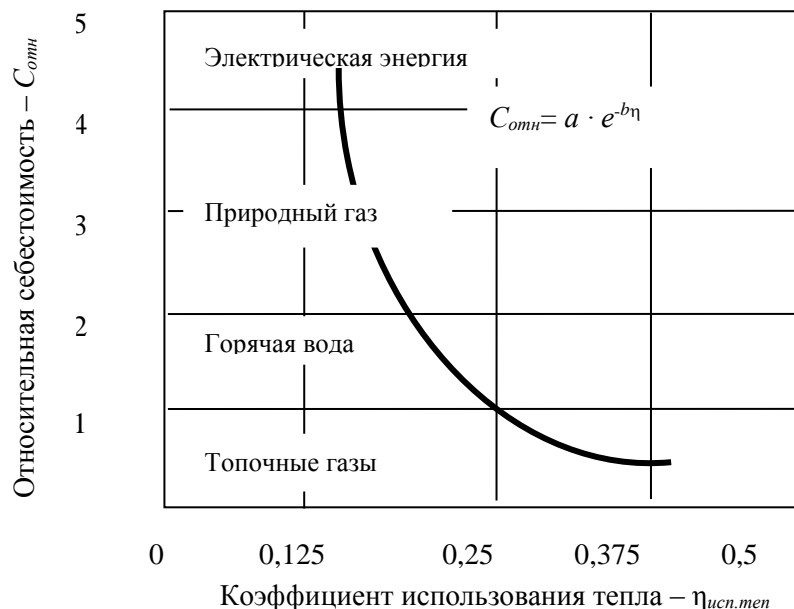
тепловой энергии в 2,4 раза эффективнее аэродинамической (заводской вариант), а газовая – в 1,5.

Сушильная камера с жаротрубным теплообменником (опытный образец, п. Кын) и ГК «Строник», работающие на древесных отходах, имеют явное преимущество перед всеми упомянутыми установками, но требуют дополнительных исследований и технической доработки.

По полученным данным, ниже на рисунке приводится экспоненциальная кривая

$$C_{отн} = f(\eta_{исп.теп}),$$

характеризующая эффективность конвективных установок в зависимости от типа внешнего источника тепла. Из графика видно, что лесосушильные камеры с использованием тепла топочных газов от сжигания древесных отходов по безразмерному показателю относительной себестоимости ( $C_{отн}$ ) наиболее эффективны.



Зависимость между относительной себестоимостью сушки и коэффициентом использования тепла:  $a$  – коэффициент, характеризующий отношение стоимости сушки с наихудшим коэффициентом использования исходного тепла – установки ТВЧ и СВЧ к стоимости сушки в установках типа ЖТО (равен 5,35);  $b$  – обобщенный коэффициент, равный 3,8;  $\eta_{исп.теп}$  – коэффициент использования тепла (тепловой КПД по отношению к исходному топливу)

Уравнение, аппроксимирующее полученную кривую:

$$C_{отн} = ae^{-b\eta_{исп.теп}},$$

где  $C_{отн} = C_i / C_{топ.газ}$  – отношение стоимости сушки в камере с конкретным источником тепла, руб./м<sup>3</sup> (усл.) к стоимости сушки с жаротрубным теплообменником (ЖТО);  $\eta_{исп.теп}$  – коэффициент использования тепла (тепловой КПД по отношению к исходному топливу).

По данным различных авторов, величина теплового КПД для сушильных камер разная, но наиболее эффективными по отношению к исходному топливу являются лесосушильные камеры, работающие на топочных газах от сжигания древесного топлива. Это достаточно хорошо видно из полученных результатов анализа, приведенного в таблице. Удельная стоимость 1 кДж тепла, затрачиваемого на удаление влаги из материала в камерах с ЖТО, газовым и электрическим нагревом, возрастает примерно в соотношении  $2^0$ ,  $2^1$ ,  $2^{2,23}$  раз.

Комплексный затратный показатель стоимости сушки  
в различных типах лесосушильных камер [2]

Тип камеры	Показатели					
	Производительность, м³ усл./год	Стоимость (на 01.11.12 г.), тыс. руб.	Аморт. отч. на одну камеру, тыс. руб.	Удельные затраты		Компл. затр. показатель, руб./м³ (усл.)
				тепловой* энергии, МДж/м³ (усл.) на руб. /м³	аморт. отч., руб./м³ (усл.)	
Электрическая «УРАЛ»	1800	1170	23,4	828/57,9	13,0	70,9
Газовая «УРАЛ»	1500	1200	24,0	680/50,2	16,0	66,2
Водяная «УРАЛ»	1000	1200	24,0	1022/44,9	20,0	68,0
«УРАЛ-ЖТО»	1500	1500	30,0	2800/4,6	20,0	26,0

\*С учетом электрической энергии на привод вентиляторов и в соответствии с действующими тарифами на тепловую энергию (4400 руб./МДж и 525 руб./кВт час, стоимость древесных отходов взята по цене 0,3 от стоимости сухих дров – 1130 руб./м<sup>3</sup>).

### Выводы

1. Комплексный затратный показатель, равный сумме удельных затрат на тепловую энергию и удельных амортизационных отчислений, для камер малой мощности (с жаротрубным, газовым, водяным и электрическим нагревом), анализируемых в данной работе, находится в соотношении 1:2,5:2,7.

2. Безразмерная стоимость сушки, характеризующая эффективность работ камер по тепловому КПД, может быть определена по вышеприведенному экспоненциальному уравнению и для указанных установок возрастает в  $2^0$ ,  $2^1$ ,  $2^{2,3}$  раз, т. е. наиболее эффективными установками являются установки типа «Строник» и водяные типа «УРАЛ».

### Библиографический список

1. Меньшиков, Б.Е. Технологические основы организации сушки пиломатериалов на лесозаготовительных предприятиях: учеб. пособие / Б.Е. Меньшиков, В.В. Сергеев. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. – 105 с.
2. Сергеев В.В. Лесосушильный автоматизированный комплекс / В.В. Сергеев [и др.]. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. – С. 12–13.